

EFEITO DA APLICAÇÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS COM DIFERENTES RELAÇÕES C/N SOBRE ALGUMAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE UM LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO¹

Alessandro de Lucca e Braccini ²
Césio Humberto de Brito ²
João Bosco Pônzio ²
Celso Luiz Moretti ²
Emílio Gomide Loures ³

1. INTRODUÇÃO

A matéria orgânica é um dos constituintes de maior importância no solo. Ela é formada por uma mistura heterogênea e complexa, tanto de resíduos vegetais como de resíduos animais. Relativamente, os resíduos vegetais são os de maior importância (21). No solo, os resíduos orgânicos sofrem transformações metabólicas, enzimáticas e químicas, dando origem ao húmus. Este é um complexo de substâncias coloidais e amorfas de coloração marrom-escura (1, 3, 9). A matéria orgânica é considerada, ainda, como a principal fonte de carbono para os microrganismos decompositores presentes no solo (13).

O processo de decomposição da matéria orgânica do solo é afetado por diversos fatores de natureza química, física e biológica (1, 9, 20). Estes atuam de maneira distinta sobre as diferentes fontes de matéria

¹ Trabalho apresentado como parte das exigências da disciplina Matéria Orgânica do Solo (SOL 660).

² Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa. 36571-000 Viçosa, MG.

³ Departamento de Solos, Universidade Federal de Viçosa.

orgânica, e a velocidade de decomposição é condicionada a inúmeros fatores, como microbiota, natureza da matéria orgânica, composição química dos resíduos, idade da planta, relação C/N, umidade, arejamento, temperatura, pH e nutrientes do solo (12, 13). Dentre eles, um fator pouco citado na literatura é a textura do solo. Este pode influenciar na decomposição da matéria orgânica do solo, uma vez que é notório que solos arenosos, em geral, possuem menor teor de matéria orgânica que solos argilosos. Isto ocorre porque a argila é capaz de formar complexos estáveis com a matéria orgânica do solo, denominados complexos organo-argilosos, que reduzem a sua velocidade de degradação (9, 20).

As substâncias não-humificadas da matéria orgânica são as principais fontes de alimento e energia para o desenvolvimento dos microrganismos e para a manutenção da fertilidade natural dos solos. Entretanto, a matéria orgânica humificada pode apresentar inúmeros benefícios às características químicas e físicas do solo, como aumento na estruturação e capacidade de retenção de água; formação de agregados; melhoria na aeração; aumento na CTC; aumento da capacidade tamponante; liberação de nutrientes; redução na fixação de P, S e K pelos minerais; redução na atividade e efeitos tóxicos dos íons Al e Mn; formação de complexos com micronutrientes; redução das perdas de nutrientes do solo por lixiviação; dentre outras (1, 3, 13, 17, 21). Há, ainda, relatos que os resíduos orgânicos desempenham papel importante no comportamento químico dos solos ácidos, cujo potencial precisa ser estimado (14).

As relações entre a matéria orgânica e a acidez dos solos, apesar de evidentes, são ainda questionáveis. Estudos realizados por CLARK *et alii* (4) mostraram que o pH, dependendo da capacidade de troca de cátions do solo, está altamente correlacionado com a matéria orgânica em decomposição. EIRA e CARVALHO (5) verificaram que diferentes fontes de carbono, quando adicionadas separadamente ao solo, alteram significativamente o pH inicial do mesmo; entretanto, também foram observadas, com o decorrer do tempo, variações do pH, devidas à decomposição destas fontes pela microbiota do solo. Além disso, estes autores observaram que, dependendo do resíduo aplicado, pode ocorrer aumento ou redução na acidez do solo.

Os oxissolos tropicais e subtropicais sob cerrado, em geral, apresentam baixa CTC e elevada acidez. Nesses solos, o teor de matéria orgânica, normalmente, é baixo, sendo insuficiente para garantir adequada retenção de cátions (7, 11, 17).

É de fundamental importância a manutenção ou o incremento do teor de matéria orgânica dos solos, especialmente nas áreas agrícolas pouco tecnificadas ou com baixa utilização de fertilizantes minerais,

visando obter produções satisfatórias. Contudo, segundo IGUE e PAVAN (7), a prática de adubação orgânica para melhorar a produtividade, depende do volume de resíduos incorporados, da qualidade do material e do sistema agrícola em uso. A frequência da aplicação é fundamental quando se deseja obter efeitos significativos.

O objetivo do presente trabalho foi estudar o efeito da aplicação de diferentes fontes de matéria orgânica sobre as características químicas de um Latossolo Vermelho-Escuro.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido em condições de casa de vegetação do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, utilizando-se um Latossolo Vermelho-Escuro (LE), textura franco-argilosa, no qual foram aplicados os seguintes resíduos: palha de feijão, composto orgânico e esterco bovino. O composto orgânico foi obtido misturando-se palha de feijão com esterco bovino, formando-se medas. As características químicas do solo e resíduos orgânicos encontram-se no Quadro 1.

Os tratamentos foram formados pela combinação dos três resíduos orgânicos, com quatro tempos de incubação (0, 15, 30 e 45 dias). Para cada período de incubação foi deixada uma testemunha sem aplicação de matéria orgânica. Os materiais orgânicos foram previamente secos em estufa com circulação de ar forçada, a 70°C, por um período de 72 horas, sendo posteriormente triturados em moinho tipo Willey e passados em peneira de 2 mm.

O solo foi seco ao ar por três dias e peneirado em malha de 2 mm. Em seguida, foi transferido 1,5 kg de solo (TFSA) para vasos de plástico com capacidade de 2 kg, sendo incorporados 37,5 g dos resíduos orgânicos em cada recipiente, equivalente à quantidade de 50 t/ha de adubo orgânico curtido. Foram determinadas as relações C/N dos resíduos utilizados no experimento, analisando-se o carbono orgânico pelo método de Walkley-Black, juntamente com o nitrogênio total pelo método de Kjeldahl (2). A umidade do solo foi mantida a 80% da capacidade de campo, com irrigações frequentes.

No início do experimento e, posteriormente, após cada intervalo de 15 dias de incubação, até o total de 45 dias, foram coletadas amostras de solo para avaliação de sua composição química. As análises químicas permitiram a determinação das seguintes características: a) pH em água; b) teor de carbono orgânico (dag/kg); c) teor de fósforo - extrator Mehlich 1 (mg/kg); d) soma de bases (K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} , em $cmol/dm^3$) e e) capacidade de troca catiônica total (soma de bases + acidez potencial, em $cmol/dm^3$) (2).

O delineamento experimental utilizado neste trabalho foi em blocos completos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos foram arranjos no esquema fatorial de 4x4, formado pelos tempos de incubação e resíduos orgânicos, mais a testemunha. Procedeu-se à análise de variância e, em seguida, os tratamentos foram submetidos à análise de regressão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se redução linear nos valores de pH do solo para todos os resíduos orgânicos e para testemunha, com o aumento no período de incubação (Figura 1). Isto reflete, possivelmente, aumento na capacidade tamponante do solo, com a incorporação dos resíduos orgânicos.

A redução nos valores de pH do solo, com a incorporação dos resíduos, pode ser por causa da liberação de ácidos orgânicos, provenientes da decomposição da matéria orgânica, o que está de acordo com o proposto por BRADY (3). Este autor verificou que um dos fatores que aumenta a acidez do solo é a formação de ácidos orgânicos, resultante do ataque aos resíduos orgânicos, pelos fungos decompositores. Segundo EIRA e CARVALHO (5), as diferentes fontes de carbono, quando adicionadas separadamente ao solo, alteram significativamente o pH inicial do mesmo. Entretanto, também são observadas, com o decorrer do tempo, variações de pH devidas à decomposição destas fontes pelos microrganismos do solo.

Foi verificada diferença significativa entre os materiais incorporados ao solo quanto às mudanças no pH. Dentre os resíduos orgânicos aplicados, a palha de feijão foi a que promoveu a maior redução nos valores de pH, enquanto o esterco bovino e o composto orgânico causaram menor acidificação do solo. EIRA e CARVALHO (5) encontraram efeito diferenciado entre os tratamentos com relação à variação do pH no decorrer do tempo de decomposição. Dependendo do tipo de resíduo aplicado, pode ocorrer aumento ou redução na acidez do solo. Os autores notaram elevação significativa no pH para os casos de decomposição da palha de cana e torta de algodão, entretanto, na decomposição da glicose, ocorreu significativa diminuição do pH. Ao mesmo tempo, não foi observado efeito significativo na variação do pH, para o caso da degradação do composto orgânico. Resultados semelhantes foram observados por MIYAZAWA et alii (14), avaliando o efeito da aplicação de vinte espécies de plantas para adubação verde e resíduos de culturas, sobre o pH e Al do solo. Estes autores concluíram que os resíduos de leguminosas causaram maiores acréscimos no pH, quando comparados com a aplicação de resíduos de gramíneas.

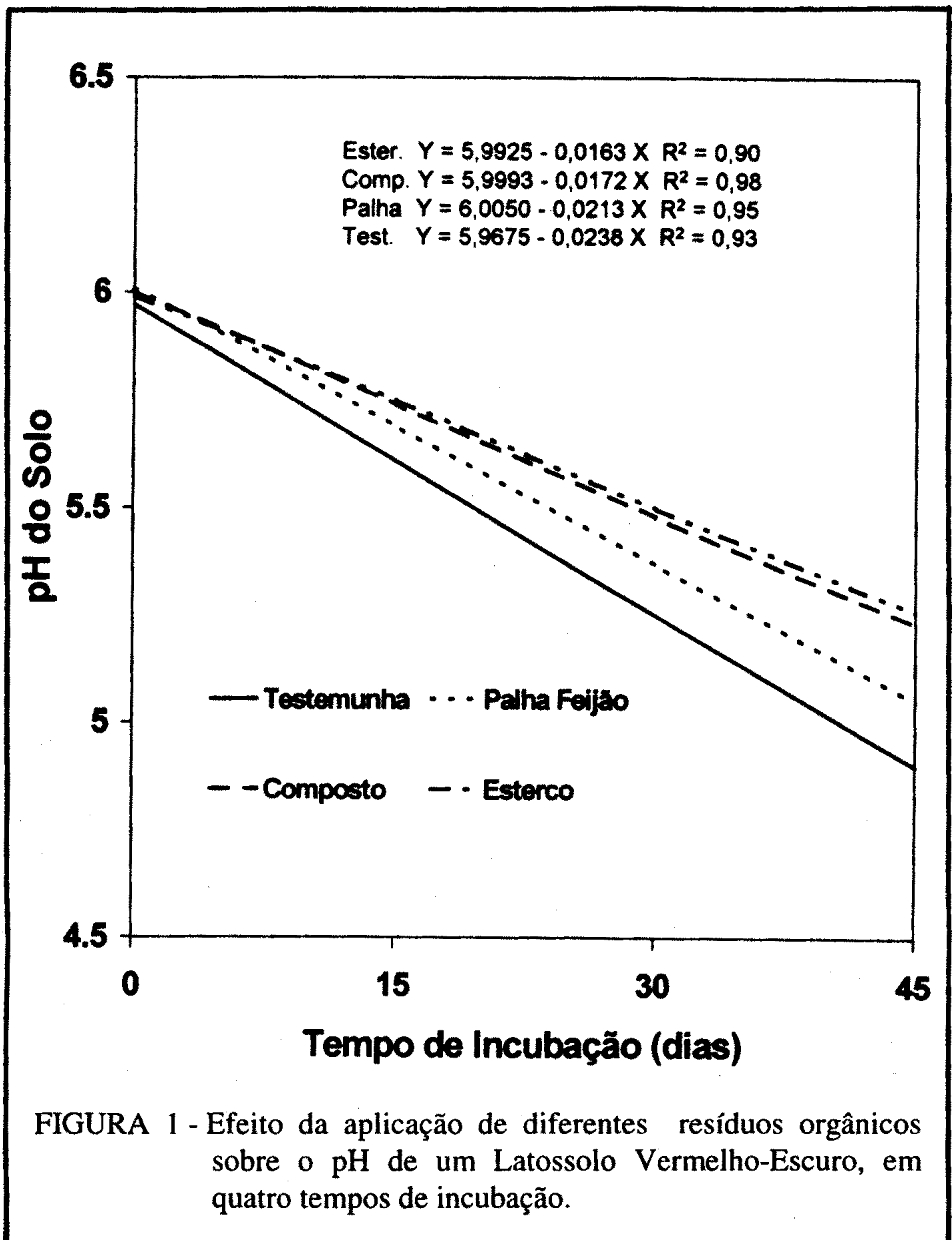
Foi verificado efeito linear da aplicação dos resíduos sobre o teor de carbono orgânico do solo, em função dos tempos de incubação (Figura 2). Esses resultados não estão de acordo com aqueles encontrados na literatura (6, 8), em que o padrão típico de decomposição da matéria orgânica seria logarítmico. Esta discordância no padrão obtido neste experimento deve-se, possivelmente, ao curto período de incubação dos resíduos orgânicos incorporados ao solo.

Verificou-se aumento inicial no teor de carbono orgânico do solo com a aplicação dos resíduos em relação à testemunha. Estes aumentos foram da ordem de, aproximadamente, 1,1 dag/kg para a palha de feijão, 0,8 dag/kg para o composto orgânico e 0,5 dag/kg para o esterco bovino (Figura 2). Este efeito diferenciado dos resíduos sobre o teor de carbono orgânico do solo deve-se, provavelmente, às diferentes relações C/N obtidas, conforme pode ser observado no Quadro 1. Observa-se, claramente, que a palha de feijão apresentou valor bem mais elevado na relação C/N que o composto orgânico e esterco bovino.

Foi observada redução no teor de carbono orgânico do solo para todos os tratamentos, em função dos períodos de incubação, o que está de acordo com o proposto por IGUE e PAVAN (7). Isto pode estar relacionado com a utilização do carbono orgânico para o crescimento e a multiplicação dos microrganismos decompositores e, conseqüentemente, perda de carbono na forma de CO_2 , em decorrência do avanço no processo de decomposição e mineralização da matéria orgânica. Segundo RICHARDS (18), os microrganismos ativos na decomposição de resíduos vegetais e animais utilizam o carbono orgânico e outros nutrientes para a formação e multiplicação das suas células, aumentando a biomassa, a qual é incorporada como parte dos compostos orgânicos do solo.

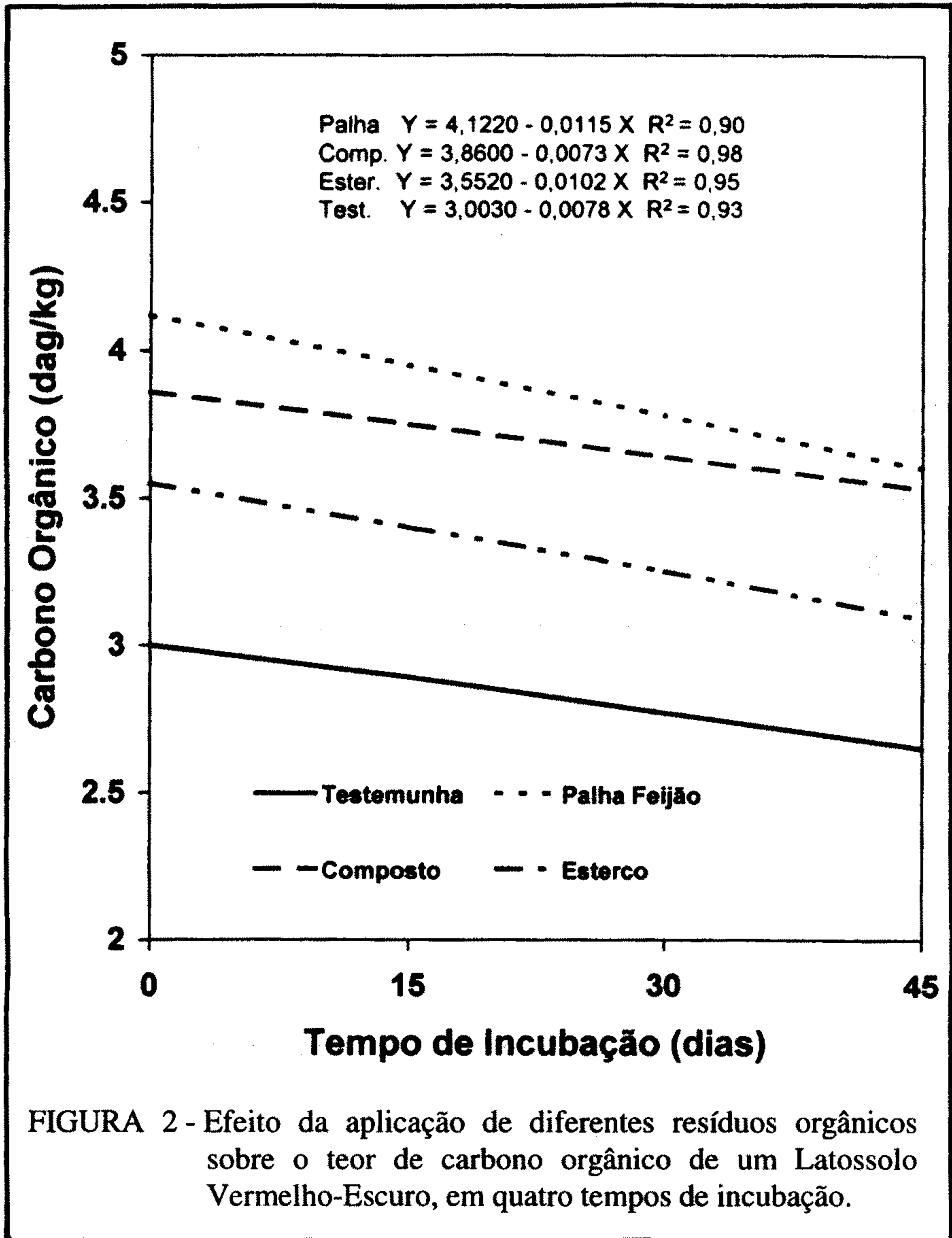
Foi constatada diferença significativa entre a adição dos resíduos orgânicos e a testemunha, em relação ao teor inicial de fósforo do solo (Figura 3). As diferenças foram marcantes principalmente para o composto orgânico e esterco bovino, com aumento no conteúdo de fósforo da ordem de 54 e 44 mg/kg, respectivamente, em comparação com a testemunha que apresentou apenas 4 mg/kg do elemento. Isto pode ter ocorrido em virtude do conteúdo extremamente elevado de fósforo presente no composto e esterco bovino, conforme pode ser analisado no Quadro 1.

Segundo STEVENSON (19), o fósforo e enxofre, elementos essenciais ao desenvolvimento das plantas, podem ser fornecidos em quantidades satisfatórias pela matéria orgânica. Ainda segundo este autor, cerca de 15 a 80% do fósforo do solo ocorre na forma orgânica, dependendo da natureza do solo e de sua composição. A disponibilidade deste nutriente para as plantas vai depender, portanto, da capacidade de

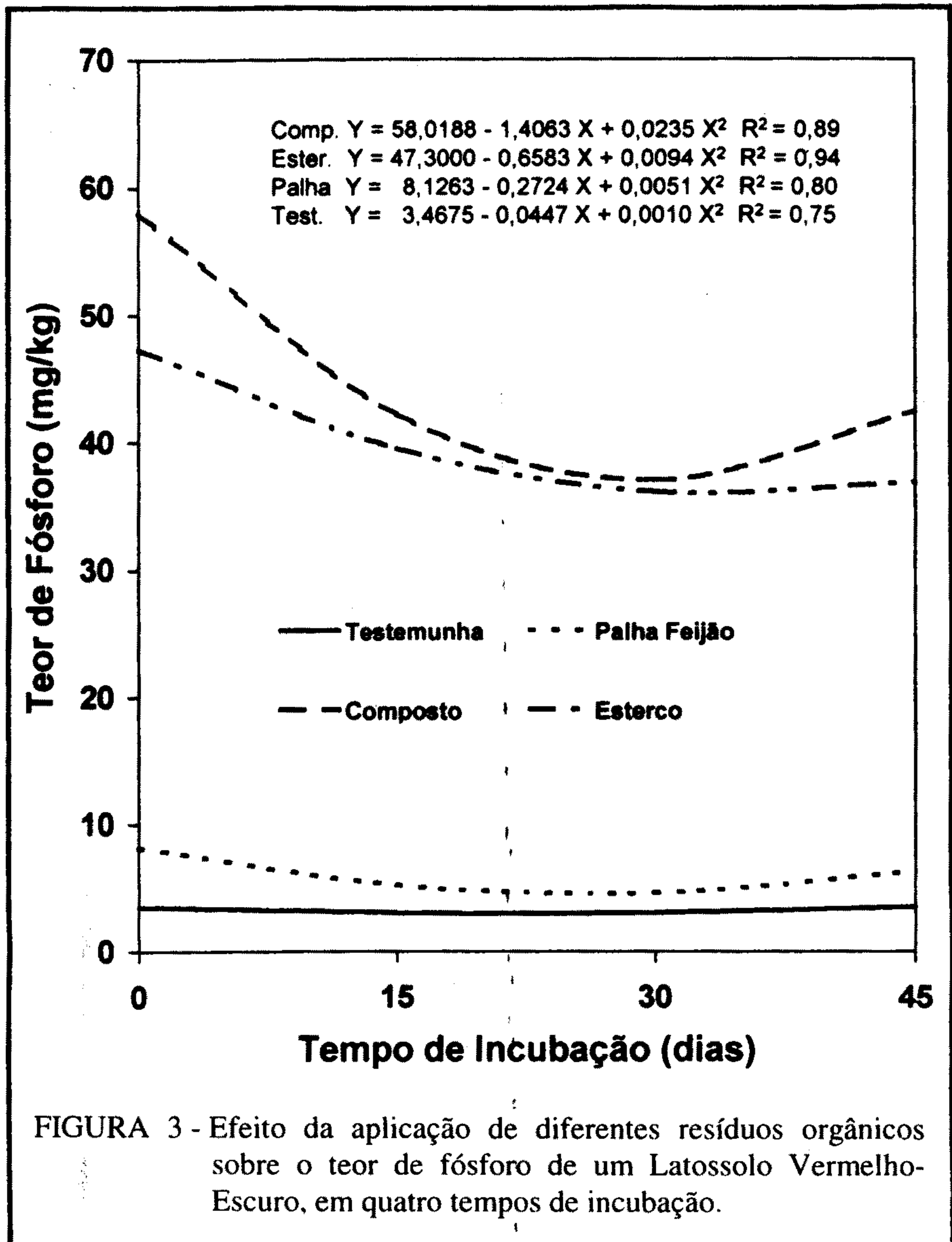


mineralização da forma orgânica.

Os maiores teores de fósforo foram obtidos no momento da incorporação dos resíduos orgânicos ao solo (Figura 3). De acordo com MIYAZAWA *et alii* (14), embora os efeitos da matéria orgânica sejam de curta duração, os materiais vegetais podem se constituir em importantes melhoradores da fertilidade dos solos, pelo menos na fase inicial de desenvolvimento da cultura implantada. Contudo, após a incubação dos



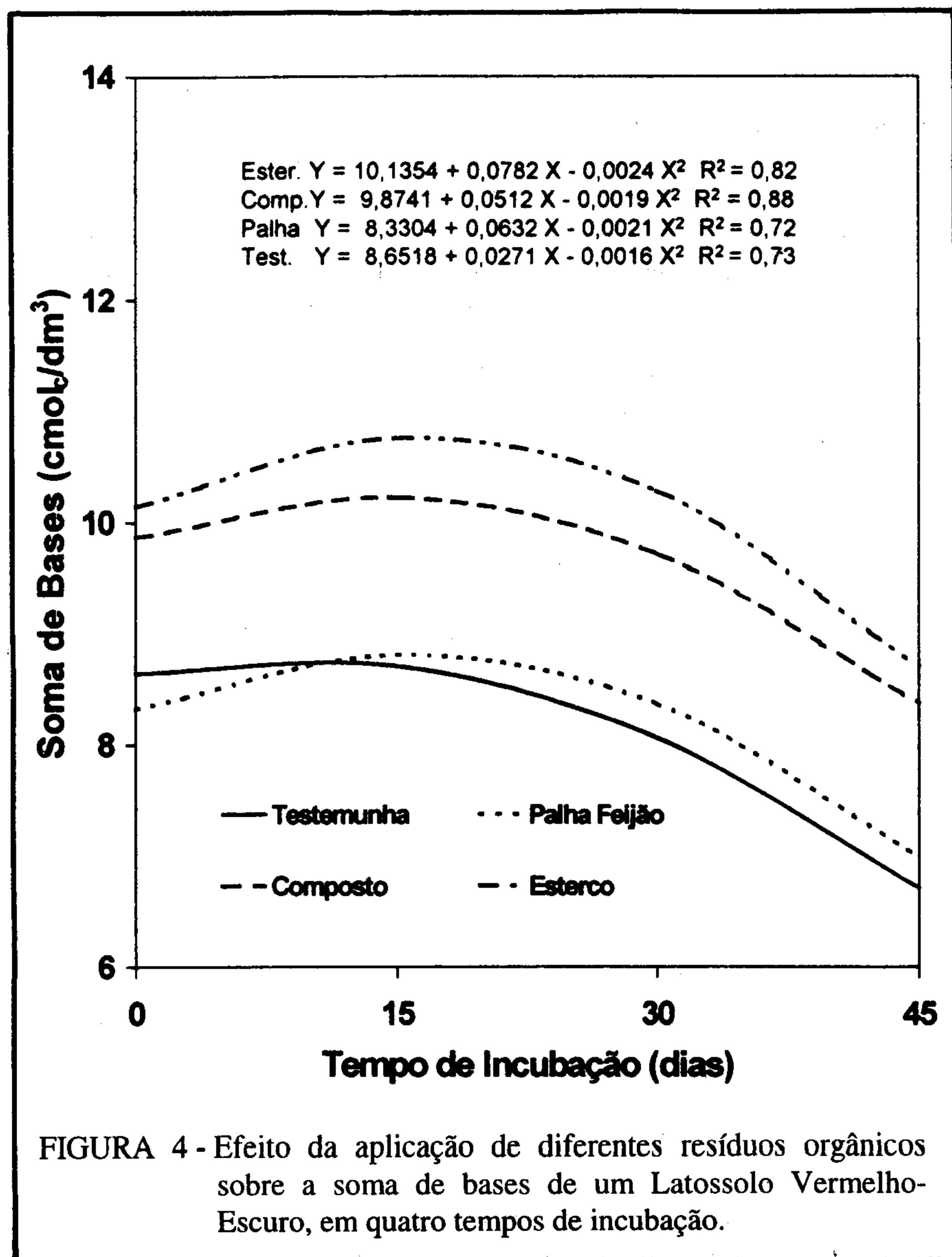
resíduos orgânicos ao solo, foi verificada redução no conteúdo de fósforo até o período de 30 dias. Esta redução no conteúdo de fósforo pode ser resultante de imobilização inicial do elemento por parte dos microrganismos decompositores da matéria orgânica do solo. Após este período de 30 dias, foi observado novo aumento no teor de fósforo, possivelmente, em virtude do início do processo de mineralização da matéria orgânica do solo.



Na Figura 4 se encontram os resultados da soma de bases do solo, em função da aplicação de diferentes resíduos orgânicos e tempos de incubação. As bases trocáveis de interesse na maioria dos solos são Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e Na^+ e, em certos solos muito ácidos, Mn^{2+} (2). Neste trabalho, considerou-se apenas os cátions K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} nos resultados da soma de bases.

Observou-se aumento na soma de bases até o período de 15 dias de

incubação dos resíduos, ocorrendo, em seguida, redução nestes valores com o avanço do processo de decomposição da matéria orgânica do solo. Para a testemunha foi verificada redução nos valores de soma de bases, a partir do início do período de incubação (Figura 4). Esta mesma tendência foi observada para os resultados de CTC do solo (Figura 5). Os resultados podem ser explicados pela liberação inicial dos cátions trocáveis presentes nos resíduos, em decorrência da decomposição microbiana destes



materiais orgânicos incorporados ao solo. Posteriormente, pode ter ocorrido imobilização ou utilização das bases pelos microrganismos, uma vez que nutrientes minerais são requeridos, em quantidades variáveis, para o seu crescimento e a sua formação de novas células (18).

Foram verificadas diferenças significativas entre os resíduos orgânicos na capacidade de liberar cátions, aumentando os valores de soma de bases. O esterco bovino foi o material que promoveu o maior aumento nos valores de soma de bases, seguido pelo composto orgânico e, por último, a palha de feijão que, apesar de se mostrar significativamente diferente, apresentou valores bastante próximos aos da testemunha. Estes resultados podem ser explicados pelo maior conteúdo de bases trocáveis do esterco e composto, conforme pode se observado no Quadro 1. Os esterco de origem animal apresentam, em geral, baixa concentração de nutrientes, cerca de 10-20%, em relação aos fertilizantes inorgânicos comerciais (15). Entretanto, os esterco de animais contêm praticamente todos os nutrientes inorgânicos necessários às plantas em quantidades variáveis (7).

Observou-se aumento na CTC do solo com a aplicação dos resíduos orgânicos (Figura 5), concordando com as colocações propostas por LOPES (11).

A capacidade de retenção de cátions no solo aumentou em função do teor de matéria orgânica (Figura 5). Trabalhos de pesquisa conduzidos em São Paulo por RAIJ (16), mostraram que a matéria orgânica contribui, em média, com 74% da CTC dos solos.

Esta tendência de aumento inicial da CTC total do solo, com a aplicação dos resíduos, deve ser, possivelmente, resultado do ataque da população microbiana do solo sobre a matéria orgânica incorporada, permitindo, assim, aumento na formação de grupos carboxílicos, fenólicos e outros grupos funcionais (11, 17, 20).

KYUMA e KAWAGUCHI (10) concluíram que; por meio de experimentos, durante o processo de humificação no solo, as primeiras alterações da matéria orgânica são acompanhadas por aumento da CTC de substâncias húmicas, ao passo que no processo final de humificação ocorre decréscimo da CTC. LOPES (11) sugere que a redução na CTC de alguns solos de cerrado pode ser conseqüência de diminuição de grupos funcionais, responsáveis pelas propriedades de troca catiônica da matéria orgânica, em decorrência de condições características de solo e clima.

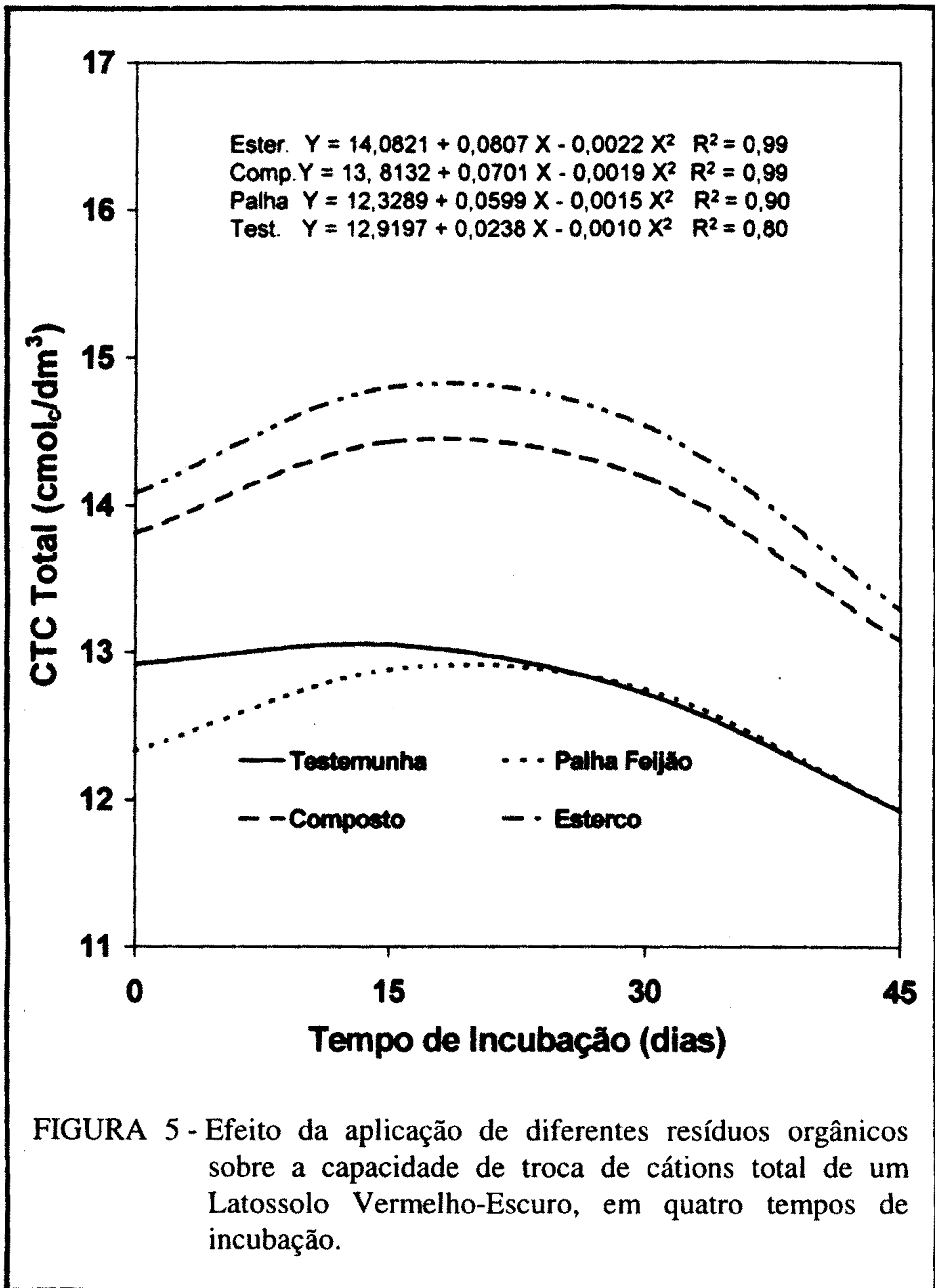
4. RESUMO E CONCLUSÕES

A incorporação de matéria orgânica apresenta grande influência nas propriedades físico-químicas do solo. Neste contexto, foi conduzido

QUADRO 1 - Características químicas do solo e resíduos orgânicos estudados¹

	pH	C.O.	N	P	K	Al	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V	Relação	
H ₂ O	Efet. Total												C/N	
	- dag/kg -	- mg/kg -	- cmolc/dm ³ -									- dag/kg		
LE ²	6,0	2,8	--	3,3	151	0,0	6,7	1,4	4,5	8,4	8,4	12,9	65,2	--
Palha de feijão	6,1	34,3	1,3	73,9	255	0,1	4,2	1,7	2,1	6,5	6,6	8,6	75,5	26
Composto orgânico	7,2	21,4	2,3	3655,1	3095	0,0	12,0	5,3	0,9	25,2	25,2	26,1	96,6	9
Esterco bovino	7,2	29,2	2,7	3756,4	2252	0,2	3,3	4,2	1,5	13,3	13,5	14,8	89,9	11

¹ Valores expressos em base seca.² Latossolo Vermelho-Escuro.



experimento em casa de vegetação com a finalidade de avaliar o efeito da aplicação de diferentes resíduos orgânicos sobre algumas características químicas de um Latossolo Vermelho-Escuro. Os tratamentos foram formados pela combinação de três resíduos orgânicos (palha de feijão, composto orgânico e esterco bovino), mais a testemunha, com quatro

períodos de incubação (0, 15, 30 e 45 dias). As características avaliadas foram: pH em água, teor de carbono orgânico, teor de fósforo, soma de bases e CTC total.

Com base nos resultados obtidos, foi possível chegar às seguintes conclusões:

a) A aplicação dos resíduos possibilitou aumento inicial no teor de carbono orgânico do solo;

b) Os materiais orgânicos adicionados promoveram, inicialmente, melhora nas propriedades químicas do solo, aumentando soma de bases, teor de fósforo e CTC total, embora com efeitos de curta duração; e

c) Foram observados efeitos diferenciados entre os materiais orgânicos quanto à capacidade de alteração das características químicas do solo, principalmente sobre o teor de carbono orgânico e fósforo.

5. SUMMARY

(EFFECT OF APPLICATION OF ORGANIC RESIDUES WITH DIFFERENT C/N RELATIONSHIPS ON SOME CHEMICAL CHARACTERISTICS OF A DARK RED LATOSOL)

Organic matter incorporation has a significant influence on physical-chemical soil properties. In this context an experiment was carried out in green house conditions to evaluate the effect of different organic residues added to soil on some chemical characteristics of a Dark Red Latosol. The treatments were made up by the combination of three organic residues (dry been leaves, organic compost and cattle manure) and untreated soil with four periods of incubation (0, 15, 30 and 45 days). The characteristics evaluated were: soil pH, organic carbon, phosphorous, cation contents and cation exchange capacity (CEC).

From the data obtained it may be concluded that:

a) The residues added to soil caused an initial increase in organic carbon content.

b) The organic matter added to soil improved the chemical properties by increasing phosphorous, cation content and CEC.

c) The residues had differentiated effect on the capacity of changing soil chemical characteristics, especially organic carbon content and phosphorous.

6. LITERATURA CITADA

1. ALEXANDER, M. *Introduction to Soil Microbiology*. New York, John Wiley & Sons, 1977. p. 128-147.
2. ALVAREZ V., V.H. *Caracterização Química de Solos*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1985. 77 p.

3. BRADY, N.C. *Natureza e Propriedade dos Solos*. 7ª ed. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1989. p. 290-322.
4. CLARK, J.S.; GREEN, J.A. & NICHOL, W.E. Cation exchange and associated properties of some soils from Vancouver Island. British Columbia. *Can. J. Soil Sci.*, 47: 187-202, 1967.
5. EIRA, A.F. & CARVALHO, P.C.T. A decomposição da matéria orgânica pelos microrganismos do solo e sua influência nas variações do pH. *Revista de Agricultura*, 45: 15-21, 1970.
6. GONZALES, M.A. & SAVERBECK, D.R. Decomposition of ¹⁴C-labeled plant residues in different soils and climates of Costa Rica. In: COLOQUIO REGIONAL SOBRE MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO, Piracicaba, 1982. *Anais...* Piracicaba, Cena/USP, 1982. p. 141-146.
7. IGUE, K. & PAVAN, M.A. Uso eficiente de adubos orgânicos. IN: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, Brasília, 1984. *Anais...* Londrina, IAPAR, 1984. p. 383-418.
8. JENKINSON, D.S. & AYNABA, A. Decomposition of carbon-14 labeled plant material under tropical conditions. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 41: 912-915, 1977.
9. KIEHL, E.J. *Fertilizantes Orgânicos*. Piracicaba, Ceres, 1985. 452 p.
10. KYUMA, K. & KAWAGUCHI, K. Cation exchange property of soil humic substance. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF SOIL SCIENCE, 8, Bucharest, 1964. *Transactions of the...* Bucharest, 1964. v. 2. p. 185- 192.
11. LOPES, A.S. *Solos sob Cerrado. Características, Propriedades e Manejo*. 2ª ed. Piracicaba, Potafos, 1984. 162 p.
12. LOPES, A.S. & COX, F.R. A survey of the fertility status of surface soils under cerrado vegetation in Brazil. *J. Soil Sci. Soc. Am.*, 41: 742-747, 1977.
13. LOURES, E.G. *A Microbiota dos Solos Tropicais. Caracterização dos Organismos do Solo*. Brasília, ABEAS, 1988. 76 p.
14. MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A. & CALEGARI, A. Efeito de material vegetal na acidez do solo. *R. Bras. Ci. Solo*, 17: 411-416, 1993.
15. PRATT, P.F. Management restrictions in soil applications of manure. *J. Am. Sci.*, 48: 134-143, 1979.
16. RAIJ, B. van. A capacidade de troca de cátions das frações orgânica e mineral em solos. *Bragantia*, 28: 85-112, 1969.
17. RAIJ, B. van. *Avaliação da Fertilidade do Solo*. Piracicaba, Potafos, 1983. p. 17-85.
18. RICHARDS, B.N. *Introduction to Soil Ecosystem*. New York, Longman, 1974. 266 p.
19. STEVENSON, F.J. *Humus Chemistry*. New York, John Wiley & Sons, 1982. 443 p.
20. TESTA, V.M. *Características químicas de um podzólico vermelho-escuro, nutrição e rendimento do milho afetados por sistemas de culturas*. Porto Alegre, UFRGS, 1989. 134 p. (Tese M.S.).
21. URQUIAGA, C.S.; LIBARDI, P.L.; REICHARDT, K.; PADOVESI, P.P.; MORAES, S.O. & VICTORIA, R.L. Efeito da mineralização do ¹⁵N-orgânico num oxissol (L.E.) e para absorção por uma gramínea (*Melinis minutiflora Beauv.*) In: COLOQUIO REGIONAL SOBRE MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO, Piracicaba, 1982. *Anais...* Piracicaba, Cena/USP, 1982 p. 197-207.